

Family list**6 family members for: JP9162416**

Derived from 5 applications

- 1 SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURE**
Inventor: CHIYOU KOUYUU **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB
EC: H01L21/20D; H01L21/336D2B; (+3) **IPC:** H01L21/02; H01L21/20; H01L21/336 (+1)
Publication info: JP3124480B2 B2 - 2001-01-15
JP9162416 A - 1997-06-20
- 2 SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURE**
Inventor: ZHANG HONGYONG **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB K K
EC: H01L21/20D; H01L21/336D2B; (+3) **IPC:** H01L21/02; H01L21/20; H01L21/336 (+8)
Publication info: KR100297319B B1 - 2001-05-21
- 3 Semiconductor device and method of manufacturing the same**
Inventor: ZHANG HONGYONG (JP) **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)
EC: H01L21/20D; H01L21/336D2B; (+3) **IPC:** H01L21/02; H01L21/20; H01L21/336 (+8)
Publication info: US5922125 A - 1999-07-13
- 4 Semiconductor device and method of manufacturing the same**
Inventor: ZHANG HONGYONG (JP) **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CP LT (US)
EC: H01L21/77T; H01L21/20D; (+3) **IPC:** H01L21/20; H01L21/336; H01L21/84 (+7)
Publication info: US6225645 B1 - 2001-05-01
- 5 Semiconductor device and method of manufacturing the same**
Inventor: ZHANG HONGYONG (JP) **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (US)
EC: H01L21/77T; H01L21/20D; (+3) **IPC:** H01L21/20; H01L21/336; H01L21/84 (+1)
Publication info: US2001022364 A1 - 2001-09-20

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURE

Patent number: JP9162416

Publication date: 1997-06-20

Inventor: CHIYOU KOUYUU

Applicant: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

Classification:

- international: **H01L21/02; H01L21/20; H01L21/336; H01L21/84; H01L27/12; H01L29/786; H01L21/02; H01L21/70; H01L27/12; H01L29/66; (IPC1-7): H01L29/786; H01L21/336; H01L27/12**

- european: **H01L21/20D; H01L21/336D2B; H01L21/84; H01L27/12; H01L29/786E4C2**

Application number: JP19950346702 19951212

Priority number(s): JP19950346702 19951212

Also published as:



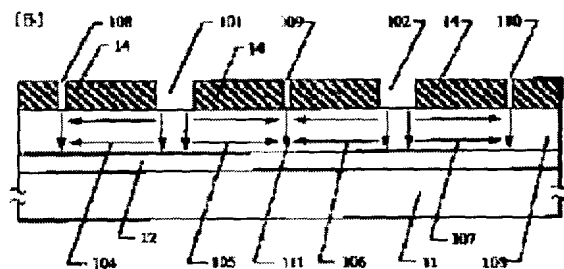
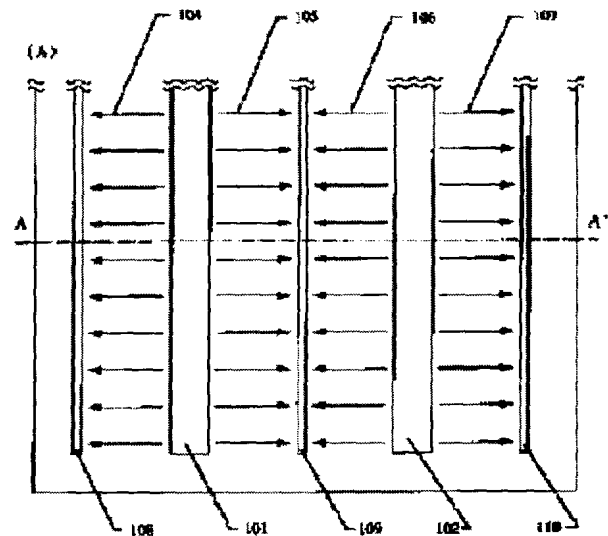
US5922125 (A1)

KR100297319B (B)

Report a data error he

Abstract of JP9162416

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin film transistor containing high characteristic by using metal element which promotes crystallization of silicon. **SOLUTION:** Areas of codes 101 and 102, and areas of codes 108-110 are doped with nickel element selectively in the surface of an amorphous silicon film 103. And, by performing heat treatment, growth (horizontal growth) parallel to a substrate as shown with codes 104-107 is performed. At this time, the areas 108-110 whose width are made into $5\mu\text{m}$ or below act as stopper areas, so that the lateral growth from the areas 101 and 102 stop. In such a way, the horizontal growth area is provided by controlling. And a circuit such as a shift resistor, etc., can be constituted by areas provided with the same crystal growth form.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-162416

(43) 公開日 平成9年(1997)6月20日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

H01L 29/786

H01L 29/78

612 B

27/12

27/12

R

21/336

29/78

627 G

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全16頁)

(21) 出願番号

特願平7-346702

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(22) 出願日

平成7年(1995)12月12日

(72) 発明者 張 宏勇

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

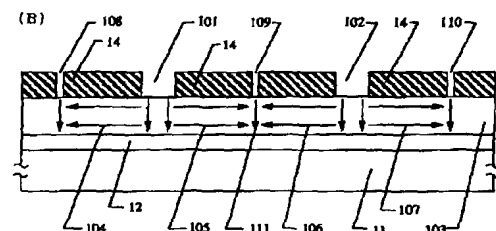
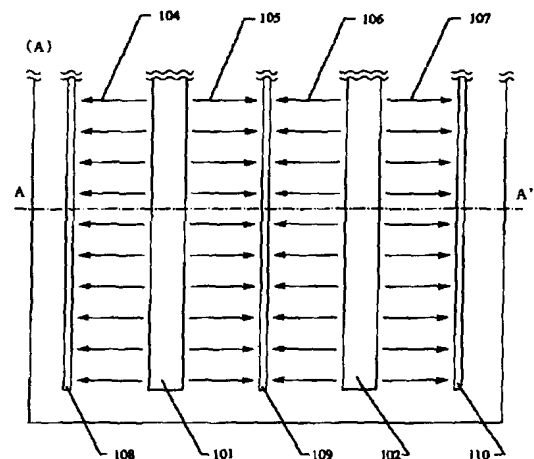
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその作製方法

(57) 【要約】

【目的】 珪素の結晶化を助長する金属元素を利用して、高い特性を有する薄膜トランジスタを得る。

【構成】 101と102の領域、さらに108~110の領域において、非晶質珪素膜103の表面に選択的にニッケル元素を添加する。そして加熱処理を行うことにより、104~107で示されるような基板に平行な成長(横成長)を行わせる。この際、幅を5 μ m以下とした領域108~110がストッパー領域となり、101と102からの横成長がそこで停止する。このようにすることで、横成長領域を制御して設けることができる。そして、シフトレジスタ等の回路を同一の結晶成長形態を有した領域でもって構成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁表面を有する基板上に形成され、前記基板に平行または概略平行な方向に結晶成長した領域を利用して少なくとも一つの機能を有する電子回路が形成されており、前記領域は同一の結晶成長形態を有していることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】請求項1において、基板に平行または概略平行な方向に結晶成長した領域には、珪素の結晶化を助長する金属元素が $5 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の濃度で含まれていることを特徴とする半導体装置。

【請求項3】請求項2において、珪素の結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素が利用されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項4】請求項1において、基板に平行または概略平行な方向に結晶成長した領域には、珪素の結晶化を助長する金属元素が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の濃度で含まれていることを特徴とする半導体装置。

【請求項5】請求項4において、珪素の結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素が利用されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項6】絶縁表面を有する同一基板上に形成されたアクティブマトリクス回路と周辺駆動回路とを有する表示装置であって、

前記周辺駆動回路を構成する少なくとも一つの回路機能は、同一の結晶成長形態を有する基板に平行または概略平行な方向に結晶成長した結晶性珪素膜を用いて構成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項7】請求項6において、同一結晶形態を有する基板に平行または概略平行な方向に結晶成長した結晶性珪素膜は、珪素の結晶化を助長する金属元素が $5 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の濃度で含まれていることを特徴とする半導体装置。

【請求項8】請求項7において、珪素の結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素が利用されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項9】請求項6において、同一の結晶成長形態を有する基板に平行または概略平行な方向に結晶成長した結晶性珪素膜は、珪素の結晶化を助長する金属元素が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の濃度で含まれていることを特徴とする半導体装置。

【請求項10】請求項9において、珪素の結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種

または複数種類の元素が利用されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項11】非晶質珪素膜の表面または裏面に接して、複数の領域において珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に接して保持させる工程と、加熱処理を加え前記複数の領域において前記珪素膜の膜に垂直または概略垂直な方向に結晶成長させると同時に、前記複数の領域の少なくとも一つから前記珪素膜の面に平行または概略平行な方向に結晶成長を行わず工程と、

前記複数の領域を除去する工程と、

を有し、

前記複数の領域の他の少なくとも一つを珪素膜の面に平行または概略平行な方向に行われる結晶成長のストッパーとして利用し、前記珪素膜の面に平行または概略平行な方向に行われる結晶成長の成長を制限することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項12】請求項11において、珪素の結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素が利用されていることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項13】請求項11において、複数の領域は細長い形状を有しており、ストッパーとして利用される領域はその幅が $5 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項14】非晶質珪素膜の表面または裏面に接して、複数の領域において珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に接して保持させる工程と、

加熱処理を加え前記複数の領域において前記珪素膜の膜に垂直または概略垂直な方向に結晶成長させると同時に、前記複数の領域の少なくとも一つから前記珪素膜の面に平行または概略平行な方向に結晶成長を行わず工程と、

前記複数の領域を除去する工程と、

再度の加熱処理を加え、前記珪素膜の面に平行または概略平行な方向に結晶成長が行われた領域から再度前記珪素膜の面に平行または概略平行な方向に結晶成長を行わず工程と、

を有していることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項15】請求項14において、珪素の結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素が利用されていることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本明細書で開示する発明は、結晶性珪素膜を用いた半導体装置およびその作製方法に関する。例えば、ガラス基板や石英基板上に形成された結晶

性珪素膜を用いた薄膜トランジスタおよびその作製方法に関する。また結晶性珪素膜を用いた半導体装置の構成およびその作製方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来より、ガラス基板や石英基板上に珪素膜をプラズマ C V D 法や減圧熱 C V 法で成膜し、この珪素膜を用いて薄膜トランジスタを作製する技術が知られている。またこの技術は、ガラス基板や石英基板を用いる場合のみではなく、単結晶シリコンウエハーを用いた集積回路においても、多層構造を実現する場合にも利用されている。

【 0 0 0 3 】特に、アクティブマトリクス型の液晶表示装置 (L C D) にこの薄膜トランジスタを利用する技術が研究されている。

【 0 0 0 4 】一般に気相法または蒸着等の方法でもって、単結晶珪素膜を得ることは困難である。(微小な面積においては実現できる技術もあるがが一般できではない)

【 0 0 0 5 】そこで、プラズマ C V D 法や減圧熱 C V D 法でもって非晶質珪素膜 (アモルファスシリコン膜) を成膜し、それを加熱やレーザー光の照射によって結晶化させる技術が利用されている。

【 0 0 0 6 】結晶性珪素膜を得る方法として一般に利用されているのは、基板として石英基板を用い、この石英基板上に形成された非晶質珪素膜を加熱によって結晶化させる技術である。この方法においては、加熱を 9 0 0 ℃ ~ 1 1 0 0 ℃ という高温で行なうことにより、非晶質珪素膜を結晶性珪素膜に変成している。

【 0 0 0 7 】しかし、石英基板は高価であり、低価格化が求められている液晶表示装置に利用するには問題がある。一方、基板としてはガラス基板を利用する技術も知られている。しかしガラス基板は耐熱性が低いので、上記のような高温処理ができず、必要とする結晶性が得られないのが現状である。

【 0 0 0 8 】ガラス基板の耐熱温度は、種類にもよるが、6 0 0 ~ 7 5 0 ℃ 程度である。従って、この温度以下のプロセスでもって、必要とする特性を有する結晶性珪素膜を得ることが必要となる。

【 0 0 0 9 】また、レーザー光を照射することにより、非晶質珪素膜を結晶性珪素膜に変成する技術が知られている。この技術によれば、基板に熱ダメージをほとんど与えないで、非晶質珪素膜を結晶性珪素膜に変成することができる。しかし、レーザー発振器の安定性や照射面における均一性に問題があり、工業的に利用するには問題がある。

【 0 0 1 0 】この問題を解決する方法としては、プロセスマージンを高くするために、加熱処理とレーザー光の照射とを併用する方法がある。しかし、加熱処理を併用した場合は、前述の処理温度の高さの問題が発生するので、やはりガラス基板を用いることは困難となる。

【 0 0 1 1 】このような問題を解決する技術として、特開平 0 7 - 0 7 4 3 6 6 号公報に記載された技術が公知である。この技術は珪素の結晶化を助長する金属元素を用いて、6 0 0 ℃ 以下のプロセス温度で非晶質珪素膜を結晶化させる技術である。

【 0 0 1 2 】この技術においては、結晶成長の形態が二つある。一つは、金属元素を添加した領域において起こる縦成長 (基板に垂直な方向に進行する) である。二つ目は、当該領域から周辺に結晶成長が進行する横成長 (基板に平行な方向に結晶成長が進行する) である。

【 0 0 1 3 】縦成長は、単なる加熱に比較して低温度 (結晶化温度を 5 0 ℃ 程度下げれる) で結晶性珪素膜えられ、またプロセスが比較的簡便ではあるという特徴がある。しかし、金属元素の濃度がどうしても高くなりやすく、また金属元素の偏析の問題がある。

【 0 0 1 4 】金属元素の偏析は、得られる半導体デバイスの特性を大きくばらつかせる要因となる。また、薄膜トランジスタを作製した場合のリーク電流の増加の要因ともなる。

【 0 0 1 5 】一方、横成長によって領域は、膜質の良さ、またその内部における金属元素の濃度の低さ (比較的にという意味ではあるが)、といった有意性がある。しかし、この横成長領域を選択的に複数形成した場合、それらが互いにぶつかり合い、結晶粒界が形成されてしまったり、他の領域の成長を阻害してしまったりする。

【 0 0 1 6 】特に結晶粒界には、ニッケルシリサイド成分が形成されるので、その領域が薄膜トランジスタの活性層と重なると、薄膜トランジスタの特性が大きく阻害されてしまう。また、ことなる元が異なる横成長領域は、その結晶成長形態が異なり、例えば、X 線回折による計測でも各結晶方位を示す信号強度が異なるものであることが明らかになっている。

【 0 0 1 7 】このことは、基板上に多数の薄膜トランジスタを作製しなければならない場合に、それぞれの薄膜トランジスタの特性がばらついたり、また回路を構成した場合の動作不良といった問題の発生原因となる。

【 0 0 1 8 】今後ますます回路構成は集積化されていくので、上記横成長領域同士のぶつかりや干渉は、大きな問題となる。

【 0 0 1 9 】また、成長方向が違うと、得られるデバイスの特性に違いが出やすく、複数のデバイスで所定の機能を有する回路を構成しようとする場合、問題となる。

【 0 0 2 0 】

【発明が解決しようとする課題】本明細書で開示する発明は、珪素の結晶化を助長する金属元素を利用して結晶性珪素膜を得る技術において、その結晶成長領域を高い制御性でもって得ることを課題とする。

【 0 0 2 1 】例えば、横成長領域の成長幅を制御する技術を提供することを課題とする。また、微細化が要求される構成に前記金属元素を利用した結晶成長技術を適用

できる技術を提供することを課題とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明の一つは、絶縁表面を有する基板上に形成され、前記基板に平行または概略平行な方向に結晶成長した領域を利用して少なくとも一つの機能を有する電子回路が形成されており、前記領域は同一の結晶成長形態を有していることを特徴とする。

【0023】上記構成において、基板に平行または概略平行な方向に結晶成長した領域には、珪素の結晶化を助長する金属元素が $5 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の濃度で含まれていることが好ましい。またさらに好ましくは、珪素の結晶化を助長する金属元素が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の濃度で含まれているのがよい。

【0024】また珪素の結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素を利用することができる。

【0025】特にNi（ニッケル）を利用することがその効果や再現性から有用である。

【0026】少なくとも一つの機能を有する電子回路としては、インバータ回路、バッファ回路、スイッチ回路、デコーダ回路、シフトレジスタ回路、サンプリング回路、サンプリングホールド回路、フリップフロップ回路、その他各種演算回路やメモリ回路を挙げることができる。またこれらの機能を複合化した回路を挙げることができる。またNAND回路やNOR回路等の各種論理回路を挙げることができる。

【0027】他の発明の構成は、絶縁表面を有する同一基板上に形成されたアクティブマトリクス回路と周辺駆動回路とを有する表示装置であって、前記周辺駆動回路を構成する少なくとも一つの回路機能は、同一の結晶成長形態を有する基板に平行または概略平行な方向に結晶成長した結晶性珪素膜を用いて構成されていることを特徴とする。

【0028】上記構成においても同一の結晶成長形態を有する基板に平行または概略平行な方向に結晶成長した結晶性珪素膜は、珪素の結晶化を助長する金属元素が $5 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の濃度で含まれていることが好ましい。

【0029】またさらに好ましくは、同一結晶形態を有する基板に平行または概略平行な方向に結晶成長した結晶性珪素膜は、珪素の結晶化を助長する金属元素が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の濃度で含まれていることがよい。

【0030】少なくとも一つの回路機能としては、インバータ回路、バッファ回路、スイッチ回路、デコーダ回路、シフトレジスタ回路、フリップフロップ回路、サンプリング回路、サンプリングホールド回路、その他各種演算回路やメモリ回路を挙げることができる。またこ

れらの機能を複合化した回路を挙げることができる。またNAND回路やNOR回路等の各種論理回路を挙げることができる。

【0031】他の発明の構成は、非晶質珪素膜の表面または裏面に接して、複数の領域において珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に接して保持させる工程と、加熱処理を加え前記複数の領域において前記珪素膜の膜に垂直または概略垂直な方向に結晶成長させると同時に、前記複数の領域の少なくとも一つから前記珪素膜の面に平行または概略平行な方向に結晶成長を行わす工程と、前記複数の領域を除去する工程と、を有し、前記複数の領域の他の少なくとも一つを珪素膜の面に平行または概略平行な方向に行われる結晶成長のストッパーとして利用し、前記珪素膜の面に平行または概略平行な方向に行われる結晶成長の成長を制限することを特徴とする。

【0032】他の発明の構成は、非晶質珪素膜の表面または裏面に接して、複数の領域において珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に接して保持させる工程と、加熱処理を加え前記複数の領域において前記珪素膜の膜に垂直または概略垂直な方向に結晶成長させると同時に、前記複数の領域の少なくとも一つから前記珪素膜の面に平行または概略平行な方向に結晶成長を行わす工程と、前記複数の領域を除去する工程と、再度の加熱処理を加え、前記珪素膜の面に平行または概略平行な方向に結晶成長が行われた領域から再度前記珪素膜の面に平行または概略平行な方向に結晶成長を行わす工程と、を有していることを特徴とする。

【0033】

【作用】縦成長領域にぶつかる横成長がそこから先へは成長しないことを利用して、横成長領域の位置や成長幅を制御することができる。

【0034】図1(A)及び図1(B)に示すのは、101と102の領域において非晶質珪素膜103の表面にニッケルを接して保持させ、そこから104~107で示されるような基板11に平行な方向への結晶成長（横成長）を加熱処理によって行なう場合の例である。なお、図1(A)のA-A'で切った断面が図1(B)に相当する。

【0035】図1の104~107で示される結晶成長は、非晶質珪素膜の表面にニッケルが接して保持された101と102の領域から基板11に平行な方向に行なわれる。また、101と102の領域では縦成長が行なわれる。

【0036】ここで、101と102の領域は幅が20 μm 以上で、長さが任意の細長いスリット状を有している。

【0037】また、108~110で示されるのは、酸化珪素膜でなるマスク14でもって形成された幅が5 μm 以下のスリット状の領域である。即ち、幅が5 μm 以

下で細長い領域で非晶質珪素膜 103 が露出している（ニッケルがその表面に接して保持されている）領域である。この領域においても縦成長が行なわれる。

【0038】このような構成において、108～110 で示される領域においては、縦成長にみが行なわれる。これは、ニッケルの接して保持される面積が小さいと、横成長が起こらないことによる。

【0039】また、縦成長が行なわれる 108～110 で示される領域に横成長がぶつかると、横成長はそこで停止する。従って、108～110 で示される領域を適時設定配置することで、104～107 で示される横成長によって形成される横成長領域を予め設定した領域に限定することができる。

【0040】即ち、108～110 で示される領域を横成長のストッパー領域として利用することにより、横成長領域を高い制御性をもって得ることができる。

【0041】図 1 に示すような状態で結晶成長をさせれば、横成長領域同士がぶつかり合う問題を回避することができ、特性の高い薄膜トランジスタをその特性をそろえて多数形成することができる。

【0042】一般に横成長の先端部分は、珪素の結晶化を助長する金属元素が横成長した他の領域に比較して、当該金属元素の濃度は 1 桁程度多いことが観察されている。また、縦成長領域においても高濃度に当該金属元素が存在することが確認されている。

【0043】従って、横成長が縦成長にぶつかる 108～110 で示される領域には、他の領域に比較して非常に高濃度に当該金属元素（この場合はニッケル元素）が存在することになる。

【0044】ここで、結晶成長の終了後、マスクの酸化珪素膜 14 を利用してドライエッチングまたはウェットエッチングを行なうことにより、上記高濃度に当該金属元素が含まれた領域を除去することができる。

【0045】この工程は、108～110 で示される縦成長領域に結晶成長に利用した当該金属元素を集中させ、その後まとめて当該金属元素を除去する工程ということもできる。当該金属元素は、珪素膜の結晶化に際して有用なものであっても、その後においては好ましい存在ではない。従って、上記のような構成は、有用なものであるといえる。

【0046】

【実施例】

【実施例 1】本実施例は、ガラス基板上に形成された結

晶性珪素膜の横成長領域を利用して薄膜トランジスタを作製する工程に関する。

【0047】最初にガラス基板上に横成長領域を有する結晶性珪素膜を得る工程について図 1（A）及び図 1（B）を参照して説明する。なお図 1（A）の A-A' で切った断面が図 1（B）である。

【0048】まずガラス基板（コーニング 1737 ガラス基板）11 上に下地膜 12 として酸化珪素膜または窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜をプラズマ CVD 法でもって成膜する。この下地膜はその厚さを 3000 Å とする。

【0049】次に後に結晶性珪素膜となる非晶質珪素膜 103 をプラズマ CVD 法または減圧熱 CVD 法でもって成膜する。

【0050】そして厚さ 1500 Å の酸化珪素膜をプラズマ CVD 法でもって成膜し、パターニングを施すことにより、マスク 13 を形成する。このマスク 13 でもって、108～110 で示される細いスリットと、101 と 102 で示される領域が形成される。即ち、108～110 で示される細いスリットの領域と、101 と 102 で示される領域（この領域も図 1（A）に示すように細長い）において、非晶質珪素膜が露呈した状態を得る。

【0051】ここで、108～110 で示される領域の幅は 5 μm とする。また 101 と 102 で示される領域の幅は 30 μm とする。

【0052】108～110 で示される領域の幅は 5 μm 以下とすることが好ましい。その下限はパターニング精度によって制限される。一般に 0.5 μm 程度がその下限となる。

【0053】また、101 と 102 で示される領域の幅は 20 μm 以上とすることが好ましい。しかし、その幅を余り大きくすることは、微細化に不利となるので注意が必要である。また、その幅の寸法を 50 μm 以上としても、横成長距離は飽和するので、成長距離には関係なくなる。従って、101 と 102 で示される領域の幅を 50 μm 以上とすることは特に有用なことではない。

（勿論その幅をいくら大きくしてもよい）

【0054】下記表 1 にニッケル元素を導入した領域の幅と横成長量（μm）との関係を示す。

【0055】

【表 1】

10

20

30

40

スリット幅 (μm)	3	5	10	20	50	100	250
1	0	0	77~78	108~109	124~125	126~127	126~127
2	0	0	79~81	107~108	124~128	128~130	126~127
3	0	0	87~89	113~114	125~130	129~137	126~128
4	0	0	82~83	110~111	125~128	128~129	126~127
5	0	0	87~88	111~112	125~130	129~130	127~128
6	0	0	87~89	113~115	130~131	130~131	128~129
7	0	0	90~91	115~116	130~132	130~132	128~129
8	0	0	80~81	107~108	125~129	127~128	125~126
9	0	0	86~87	112~113	124~127	129~130	126~127
10	0	0	81~82	107~108	122~123	125~129	122~124
11	0	0	74~75	102~104	115~116	116~117	119~120
12	0	0	62~63	89~90	105~106	107~108	106~107
13	0	0	42~43	72~73	87~88	90~93	89~91

【0056】上記表1に示すのは、ニッケル元素が接して保持された領域の幅（細長い領域の幅、例えば図1の101で示す領域の幅）と、その領域から行なわれた横

20

成長距離の関係を示したものである。
【0057】即ち、非晶質珪素膜の表面がスリット状に露呈するように酸化珪素によるマスクを設け、このスリット状の領域においてニッケル元素が接して保持されるようにし、そして600℃、4時間の加熱処理を施すことにより、前記スリット状に非晶質珪素膜が露呈した領域から基板に平行な方向（面方向）に横成長させた場合におけるスリット状の領域の幅と横成長距離との関係を示したものである。

【0058】表1を見れば明らかなように、ニッケル添

30

加領域の幅が5 μm 以下の場合、横成長は行なわれない。またニッケル添加領域の幅を20 μm 以上とした場合には、100 μm 以上の横成長距離を得られる。また、ニッケル添加領域の幅を50 μm 以上とした場合には、得られる横成長距離がほぼ飽和する。

【0059】マスクとなる酸化珪素膜14により、108~110及び101と102で示される領域の非晶質珪素膜103が露呈した状態を得たら、UVオゾン処理を行う。このUVオゾン処理によって、緻密性の高い酸化珪素膜を露呈した非晶質珪素膜103の表面に形成す

40

る。
【0060】次に10ppm（重量換算）のニッケル元素を含む酢酸ニッケル溶液をスピンコート法により全面に塗布する。

【0061】このニッケル酢酸塩溶液の塗布により、108~110及び101と102で示される領域において、非晶質珪素膜103の表面にニッケル元素が接して保持される状態が実現される。この時、先の緻密性のよい酸化珪素膜の親水性により、溶液が弾かれず、ニッケル元素が非晶質珪素膜103の表面に接して保持された

50

状態となる。

【0062】この溶液を用いて金属元素を導入する方法は、制御性や再現性に優れている。なお、上記溶液を用いる方法ではなく、スパッタ法やプラズマ処理、さらにCVD法や吸着法を用いて、珪素の結晶化を助長する金属元素を導入してもよい。

【0063】そして、加熱処理を行なうことにより、非晶質珪素膜103の結晶化を行い、結晶性珪素膜を得る。ここでは、窒素雰囲気中において600℃、4時間の加熱処理を行なう。この結晶成長において、108と109と110の領域においては、その幅が5 μm と狭いために111で示されるように縦成長しか行なわれない。

【0064】また、101と102の領域においては、縦成長が行なわれるとともに、その領域から基板に平行な方向に横成長が行なわれる。横成長は、矢印104~107で示されるような方向に行なわれる。

【0065】ここで、108~110の領域においては、縦成長が行なわれており、この領域において、104や105で示される横成長は、成長が停止する。

【0066】縦成長領域は比較的高濃度にニッケル元素を含んでおり、また横成長の先端部も高濃度にニッケル元素が含まれている。従って、108~110で示される横成長がぶつかった縦成長領域には、非常に高濃度にニッケル元素が存在することになる。

【0067】具体的には、108~110で示される領域におけるニッケル濃度は、105や106で示される横成長領域に比較して、1~2桁の高い値を示す。（SIMS（2次イオン分析方法）により計測による）

【0068】また、縦成長と横成長とがぶつかった部分には、ニッケルシリサイドを含んだ結晶粒界が形成される。

【0069】そして結晶化の終了後、珪素を選択的にエ

ッチングするエッチャント（例えば $\text{HF}:\text{HNO}_3=1:200$ のフッ硝酸）を用いてウェットエッチングを行う。すると、酸化珪素膜でなるマスク 14 がマスクとなって、縦成長した領域のみが選択的に取り除かれる。この領域は、前述したように高濃度にニッケルを含んだ領域である。

【0070】そしてフッ酸系のエッチャント（例えばバッファーフッ酸）によってエッチングを行なう。この工程においては、酸化珪素膜でなるマスク 14 が除去される。

【0071】そしてさらに横成長領域を有する、または横成長領域のみとなった結晶性珪素膜をパターンニングして、薄膜トランジスタの活性層を形成する。

【0072】図 1 (A) に示すように細長い領域から横成長を行なわせると、デバイスに利用せんとする領域における結晶状態をその結晶成長方向がそろったものとして得ることができる。このことは、多数のデバイスを形成し、その特性をそろったものとする場合に非常に重要なこととなる。

【0073】〔実施例 2〕本実施例は、実施例 1 で作製した横成長領域を用いて、多数の薄膜トランジスタを作製する場合の例を示す。図 2 に薄膜トランジスタの活性層の位置取りの例を示す。

【0074】図 2 において、201 で示されるのが薄膜トランジスタの活性層である。図 2 に示すように薄膜トランジスタを配置することにより、所定の方向に横成長した結晶性珪素膜でもって、多数の薄膜トランジスタを構成することができる。そして、その特性をそろえることができる。

【0075】また、縦成長領域を横成長ストッパーとして利用し、さらに図 2 に示すような配置とすることで、横成長領域同士がぶつかる領域に形成される結晶粒界の影響を排除することができる。

【0076】また、横成長した方向にキャリアが移動するように薄膜トランジスタの活性層の位置取りを決めるとで、高移動度を有する薄膜トランジスタを作製することができる。これは、横成長した方向においては、結晶粒界の影響が少なく、キャリアが移動しやすいからである。

【0077】本実施例に示すような構成は、アクティブマトリクス型の液晶表示装置やアクティブマトリクス型 EL 表示装置における周辺周辺駆動回路に好適である。

【0078】即ち、シフトレジスト回路やアナログバッファ回路といった同じ回路構成の繰り返し横一列にならぶような場合に非常に有効なものとなる。

【0079】例えばシフトレジスタ回路の幅は $80\mu\text{m}$ 程度とし、横成長距離を $100\mu\text{m}$ 程度以上得られる本実施例に示す構成を利用することで、一つの横成長領域を用いてシフトレジスタ回路を形成することができる。即ち、同一の結晶成長形態を有する領域を用いて、所定

の機能を有する回路を形成することができる。

【0080】このように本実施例に示す構成を利用することにより、一つの横成長領域内に所定の機能を有した回路を集積化して設けることができる。この所定の機能をととしては、上述のシフトレジスト機能の他に、増幅機能、スイッチング機能、インピーダンス変換機能、フリップフロップ回路、サンプリング回路、サンプリングホールド回路、メモリー機能、演算機能、から選ばれた一つまたは複数、またはこれら機能を複合化した機能を挙げることができる。

【0081】このような所定の機能を有した集積化された構成は、構成素子のそれぞれの特性がそろっていることが重要となる。従って、本実施例に示すように、同一の結晶成長状態を有した領域内にこのような集積回路を形成することは有用なこととなる。

【0082】〔実施例 3〕本実施例は、図 2 に示すような構成を採用した場合における薄膜トランジスタの作製工程を示す。

【0083】本実施例に示すのは、隣合う 2 つの異なる横成長領域にそれぞれ 1 つの薄膜トランジスタを作製する工程である。ここでは、N チャネル型の薄膜トランジスタを作製する場合の例を示す。

【0084】まず、ガラス基板 301 上に下地膜として酸化珪素膜 302 を 000\AA の厚さに成膜し、さらに非晶質珪素膜 303 を 500\AA の厚さに成膜する。この非晶質珪素膜 303 の成膜方法は、減圧熱 CVD 法を用いることが望ましい。

【0085】次にプラズマ CVD 法で成膜された厚さ 1500\AA の酸化珪素膜でもってマスク 304 を形成する。このマスク 304 を構成する酸化珪素膜は、のエッチングレートが下地膜を構成する酸化珪素膜 302 よりエッチングレートが速い膜質とする。

【0086】マスク 304 としては、下地膜とのエッチングレートの差をとるために下側を薄い酸化珪素膜、上側を窒化珪素膜というような積層構造としてもよい。

【0087】こうして、幅が $5\mu\text{m}$ のスリット 306 と 307、さらに幅が $30\mu\text{m}$ のスリット 305 を得る。この状態においては、これらのスリットにおいて、非晶質珪素膜 303 が露呈している。

【0088】なお、各スリットの状態を上面から見た様子は、図 1 (A) と同じである。即ち、306 と 307 が図 1 の 108 と 109 に相当し、305 が図 1 の 101 に相当する。

【0089】こうして図 3 (A) に示す状態を得る。そして、 10ppm のニッケルを含んだニッケル酢酸塩溶液をスピコート法で塗布し、306、305、307 で示される領域の非晶質珪素膜 303 の表面にニッケル元素が接して保持された状態とする。

【0090】そして 550°C 、4 時間の加熱処理を窒素雰囲気中で施すことにより、図 3 (B) で示すような結

10

20

30

40

50

晶成長を行わせる。この加熱処理により、308、310、312で示される領域は縦成長する。また、309、311で示される領域が横成長する。(図3(B))

【0091】そして、縦成長した領域308、310、312をフッ硝酸を用いたウェットエッチングによって除去する。この工程は、ドライエッチングによるものでもよい。

【0092】こうして図3(C)に示す状態を得る。さらに残存したマスク304を除去する。マスク304が酸化珪素膜でなる場合には、バッファーフッ酸を用いてマスク304を除去する。

【0093】こうして図3(D)に示す状態を得る。そして薄膜トランジスタの活性層を形成するためのパターニングを行い、図3(E)に示す状態を得る。図3(E)において、313と314が薄膜トランジスタの活性層を構成する横成長した結晶性珪素膜でなるパターンである。

【0094】こうして図3(E)(図4(A)に同じ)に示す状態を得たら、ゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜401を成膜する。この酸化珪素膜401は、プラズマCVD法やスパッタ法によって、例えば1000Åの厚さに成膜する。

【0095】次に後にゲイト電極を構成する図示しないアルミニウム膜を成膜する。このアルミニウム膜中には、スカンジウムを0.2重量%含有させる。さらに図示しない緻密な陽極酸化膜を100Åの厚さに形成する。

【0096】この陽極酸化膜は、アンモニア水で中和した3%の酒石酸を含んだエチレングルコール溶液中において、アルミニウム膜を陽極とした陽極酸化を行うことによって形成される。この緻密な陽極酸化膜の膜厚は印加電圧によって制御することができる。

【0097】さらにこのアルミニウム膜のパターニングを行い、図4(B)に示す状態を得る。

【0098】図4(B)に示す状態において、402と403が後にゲイト電極を形成するためのパターンである。

【0099】図4(B)に示す状態を得たら、再度の陽極酸化を行い、多孔質状の陽極酸化膜404と405を形成する。この多孔質状の陽極酸化膜は、3%のシュウ酸を含んだ水溶液中でアルミニウムパターン402と403を陽極とした陽極酸化によって形成する。この陽極酸化膜の膜厚は、陽極酸化時間によって制御することができる。

【0100】さらに緻密な陽極酸化膜406と407を前述した条件により形成する。この緻密な陽極酸化膜の膜厚は800Åとする。この陽極酸化は、多孔質状の陽極酸化膜404と405の内部に電解溶液が進入するので、図4(C)に示すような状態で陽極酸化膜406と407が形成される。

【0101】この陽極酸化膜406と407の膜厚を2000Å以上とすると、その膜厚でもって、後にオフセットゲイト領域を形成することができる。

【0102】こうして図4(C)に示す状態を得ることができる。ここで、408と409がゲイト電極となる。

【0103】そして不純物イオンの注入を行い、ソース／ドレイン領域の形成を行う。ここではNチャネル型の薄膜トランジスタを作製するためにPイオンの注入を行う。こうして、一方の薄膜トランジスタのソース領域410とドレイン領域411を形成する。また他方の薄膜トランジスタのソース領域412とドレイン領域413を形成する。

【0104】次に多孔質状の陽極酸化膜404と405を磷酸と酢酸と硝酸とを混合した混酸を用いて選択的にエッチングする。こうして図4(D)に示す状態を得る。

【0105】ここで再度の不純物イオンの注入を行う。ここでは、最初のドーズ量よりも低いドーズ量でもってPイオンを注入する。こうして、一方の薄膜トランジスタにおいて、ライトドープ領域414と416を形成する。また他方の薄膜トランジスタにおいて、ライトドープ領域417と419を形成する。

【0106】ここで、ドレイン領域に隣接するライトドープ領域416と419がLDD(ライトドープドレイン)と呼ばれる領域である。

【0107】こうして図4(D)に示す状態を得る。さらに層間絶縁膜420を酸化珪素膜等でもって形成する。さらにコンタクトホール形成を行い、ソース電極421と423、ドレイン電極422と424を形成する。(図4(E))

【0108】ここでは、一対のNチャネル型の薄膜トランジスタを作製する例を示した。しかし、実際には、図面の奥行き方向また手前方向に多数の薄膜トランジスタが図2に示されるように配置されて形成される。

【0109】なおここでは、非晶質珪素膜上に珪素の結晶化を助長する金属元素を接して保持させる構成を示した。しかし、非晶質珪素膜の成膜前の下地膜上に所定のパターンでもって当該金属元素を接して保持させる構成としてもよい。

【0110】〔実施例4〕本実施例は、最終的に残留する珪素の結晶化を助長する金属元素の濃度を低減するための技術に関する。勿論、実施例1において説明した有意性を本実施例は有している。

【0111】本実施例に示す構成においては、まず図5(A)に示すようにガラス基板(例えばコーニング1737ガラス基板)501上に下地膜として酸化珪素膜502を3000Åの厚さに成膜する。

【0112】次に非晶質珪素膜503を500Åの厚さにプラズマCVD法または減圧熱CVD法でもって成膜

する。

【0113】さらに厚さ1500Åの図示しない酸化珪素膜を成膜する。この酸化珪素膜は後のニッケル元素の導入において、マスクとして機能する。

【0114】ここでは酸化珪素膜を利用する場合の例を示すが、他に窒化珪素膜や酸化窒化珪素膜、さらに各種金属膜や金属シリサイド等を利用することができる。このマスクとして機能させる膜としては、結晶化に際する加熱の際に珪素と反応することがなく、また珪素の結晶化を促進させる金属元素の拡散係数が珪素膜に対して極力小さいものを用いることが望ましい。

【0115】この酸化珪素膜をパターニングして、マスク504を形成する。この酸化珪素膜は、下地の酸化珪素膜502よりのエッチングレートが速い膜質を有するものとするのが望ましい。

【0116】この酸化珪素膜でなるマスク504は、図面の奥行き方向に長手方向を有する細長いスリット505～507を有している。ここでは、505と507のスリットの幅は3μmとする。また506で示される領域のスリットの幅は20μmとする。

【0117】こうして図5(A)に示す状態を得る。この状態において、UVオゾン酸化を行い、露呈した非晶質珪素膜の表面に緻密な酸化膜を形成する。この酸化膜は、後に塗布されるニッケル酢酸塩溶液の濡れ性を向上させるために機能する。

【0118】そしてスピコート法により、10ppmのニッケル濃度(重量換算)を有するニッケル酢酸塩溶液を塗布する。

【0119】この状態において、580℃、1時間の加熱処理を行なう。この加熱処理は、20～30μm程度の横成長が行なわれる条件で行なう。この加熱処理を行なうことで、図5(B)に示すように505と506と507の領域においては、珪素膜の表面から下に向かって縦成長が起こる。また、506の領域から基板に平行な方向へと20～30μm程度の横成長が起こる。

【0120】上記の加熱処理は、500～600℃の加熱を10分～240分(2時間)行なえばよい。上記条件より、加熱温度が高く、また加熱時間が長いと、結晶成長が進行してしまい、後述する2段階目の結晶成長が困難になる。

【0121】この結晶成長の結果、縦成長が行なわれた505～507の領域は、高濃度にニッケル元素を含有した縦成長した結晶性を有した領域となる。また506の領域から横成長した領域も比較的に高濃度にニッケル元素が含まれたものとなる。(図5(B))

【0122】なお、SIMS(2次イオン分析方法)による計測によれば、505～507で示される縦成長した領域におけるニッケル濃度は平均値で $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度である。また、507から横成長した領域におけるニッケル濃度は平均値で 10^{18} cm^{-3} のオーダーであ

る。

【0123】次にフッ硝酸を用いて縦成長した領域を除去する。さらにフッ酸系のエッチャント(例えばバッファーフッ酸)を用いて酸化珪素でなるマスク504をエッチング除去する。

【0124】こうして、図5(C)に示す状態を得る。ここで、508と509が先の工程で横成長した高濃度にニッケル元素を含有した領域である。ここで、509と510で示される領域は横成長しており、結晶性を有している。また、その他の領域は非晶質状態のままである。これは、580℃、1時間の加熱処理では、普通の非晶質珪素膜は結晶化しないからである。

【0125】図5(C)に示す状態を得たら、再度の加熱処理を行なう。この加熱処理は、2段階目の結晶成長を行なわすためのものである。この加熱処理は、600℃の温度で4時間行なう。

【0126】この工程の結果、509と510で示される領域から再度の結晶成長(横成長)が進行する。この結晶成長の状態を図5(D)に示す。この結晶成長は、先に除去された505と507の領域において停止する。こうして、同一の結晶成長形態を有する細長い結晶性珪素膜の領域が得られる。(図1(A)参照)

【0127】このようにして得られた結晶性珪素膜は、含まれるニッケル濃度を 10^{17} cm^{-3} のオーダーとすることができる。この値は、実施例1に示す1段階の結晶成長方法の場合に比較して、約1桁低い値である。このことは、デバイスの安定性や再現性を考えた場合、非常に有用なことである。

【0128】この後、得られた結晶性珪素膜を510や511で示されるようにパターニングし、薄膜トランジスタの活性層を形成する。

【0129】なお、デバイスの作製に当たっては、508や509で示される領域は避けた方がよい。即ち、508や509の領域は除去し、他の領域を用いてデバイスを作製することが好ましい。これは、508や509の領域は、比較的にはあるが、高濃度にニッケル元素が含まれているからである。

【0130】本実施例に示す構成を利用することにより、高い特性が得られる横成長領域を利用し、しかもその領域中におけるニッケル濃度(金属元素濃度)を $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の濃度に抑えることができる。

【0131】特に条件を最適化することにより、薄膜トランジスタの活性層中におけるニッケル濃度(金属元素濃度)を $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 台に抑えることが容易となる。

【0132】このことは、高い特性を有すると同時に、高い信頼性を有するデバイスを得る意味で有用なこととなる。

【0133】〔実施例5〕本実施例は、アクティブマト

リクス型の液晶表示装置において、周辺駆動回路をもアクティブマトリクス回路と同一基板上に集積化した構成に関する。

【0134】このような構成においては、周辺駆動回路は高速動作が要求されるので、横成長を利用した薄膜トランジスタが好適なものとなる。一方、アクティブマトリクス回路に配置される薄膜トランジスタは、移動度はさほど必要とせず、また低リーク電流特性が要求されるので、低移動度 ($10 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 程度) の特性を有するものとすることが望ましい。(一般に高移動度となるほど、リーク電流は増加する)

【0135】そこで、本実施例においては、周辺駆動回路を図1や図2、さらに図5に示す技術を利用した横成長領域でもって形成する。即ち、周辺駆動回路を構成する薄膜トランジスタの活性層を横成長した結晶性珪素膜でもって構成する。このようにすることで、周辺駆動回路を高移動度を有する薄膜トランジスタでもって構成することができる。

【0136】周辺駆動回路は集積度が高いので、図1や図2、さらに図5に示した技術を利用することが非常に有用なものとなる。

【0137】また、アクティブマトリクス回路に配置される薄膜トランジスタは、ニッケルを利用しないで得られた結晶性珪素膜を用いて作製する。これは、アクティブマトリクス回路においては、第1に低リーク電流特性が必要とされるからである。

【0138】実験によれば、ニッケル元素を利用して得られた結晶性珪素膜を用いて作製された薄膜トランジスタは、ニッケル元素を利用しないで加熱のみ、またレーザー光の照射のみによって得られた結晶性珪素膜を用いて作製された薄膜トランジスタに比較して、リーク電流の値が高いことが観察されている。これは、ニッケルがトラップ準位となることに原因があると考えられる。

【0139】そこで、ここでは、結晶性が多少悪く、高い移動度が得られなくても、ニッケル元素を利用しないで、リーク電流 (OFF電流) の増加を抑制した薄膜トランジスタをアクティブマトリクス回路に採用する。なお、このアクティブマトリクス回路 (画素回路) に配置された薄膜トランジスタは、レーザー光の照射によって得られた結晶性珪素膜を用いて作製する。

【0140】本実施例に示す構成を採用することで、周辺回路は高速動作可能な薄膜トランジスタで構成し、画素マトリクス領域は低リーク電流特性を有した薄膜トランジスタで構成したアクティブマトリクス型の液晶表示装置を得ることができる。

【0141】なお本実施例に示す構成は、アクティブマトリクス型の他のフラットパネルディスプレイに利用することができる。例えば、プラズマディスプレイやEL型のディスプレイに利用することができる。

【0142】本実施例に示すような構成を実現するに

は、横成長を行なう加熱工程の後にレーザー光の照射によるアニール工程を行なえばよい。

【0143】横成長を行なう工程は、例えば 600°C 、4時間というようなものであり、この工程のみでは、ニッケル (またはその他珪素の結晶化を助長する金属元素) を添加していない非晶質珪素膜は結晶化しない。

【0144】しかしレーザー光の照射を併用することにより、横成長した領域の結晶化の助長、並びに得られる膜質の安定化を図ると同時に、加熱処理により結晶化しなかった非晶質領域 (この領域はニッケル添加がなされていない領域である) を結晶化させることができる。

【0145】この際、ニッケル添加をしていない領域を用いて得られる薄膜トランジスタの移動度がNチャネル型で $10 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 程度となるように、レーザー照射条件を最適化する。

【0146】レーザー光の照射による非晶質珪素膜の結晶化は、一般にその効果の再現性に問題があるが、上記のような比較的ライトアニールとなる条件では、高い再現性を得ることができる。

【0147】こうして、画素マトリクス領域は主にレーザーアニールによって得られた低リーク電流特性を有する薄膜トランジスタを、周辺回路領域には、横成長を用いた高移動度 (後述するように平均で $100 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 程度のものが得られる) を有する薄膜トランジスタを配置することができる。

【0148】〔実施例6〕本実施例は、特別な工程の付加を行わずに位置合わせ用のマーカーを形成する技術に関する。薄膜トランジスタの作製においては、ゲイト電極の形成やコンタクトホール形成、さらにソース/ドレイン電極の形成の際にマスク合わせを行なう必要がある。この際、何らかの位置合わせの目印用のマーカーが必要となる。

【0149】位置合わせのマーカーは、最初の位置合わせが必要とされる工程で形成することが望ましい。

【0150】そこで、本実施例に示す構成においては、このマーカーの形成を、図1のマスク14の形成の際に、同時に行う。

【0151】ここではニッケル元素の導入に際して、そのマークのパターンにニッケル元素 (または適当な珪素の結晶化を助長する金属元素) が導入されるようにする。即ち、酸化珪素膜でなるマスク14の一部に位置合わせのためのマークのパターンを形成する。

【0152】さらに加熱処理により、そのマークのパターンに縦成長が行なわれる。そして、マスク14の除去と同時にこのパターンの部分もエッチング除去される。こうして、所定のパターンに除去された領域を得る。このパターンは、特に新しい工程を付加することなく得ることができる有意性がある。

【0153】〔実施例6〕本実施例では、横成長の成長距離と加熱条件との関係を調べた結果を示す。まず、試

料の作製条件を示す。

【0154】まず、コーニング1737ガラス基板に対して、窒素雰囲気中において640℃、2時間の加熱処理を施す。これは、後の工程におけるガラス基板の縮みを抑制するためである。

【0155】次にTEOSガスを用いたプラズマCVD法により、酸化珪素膜を下地膜として2000Åの厚さに成膜する。さらにプラズマCVD法により、非晶質珪素膜を500Åの厚さに成膜する。さらにTEOSガスを用いたプラズマCVD法により、ニッケル元素の導入 10 に用いるマスク用の酸化珪素膜を成膜する。

【0156】そしてこの酸化珪素膜をパターニングし、

横成長の温度時間依存性

	1 hr	2 hr	4 hr	8 hr
550℃	10 μm	18 μm	36 μm	70 μm
600℃	28 μm	55 μm	110 μm	215 μm

【0159】上記表2に示すように、加熱温度を高め、さらに加熱時間を長くすることにより、横成長の距離を長くすることができる。しかし、加熱温度が600℃の場合、8時間以上の加熱によって、ニッケルの作用によらない結晶化が進行する。

【0160】このニッケルの作用によらない結晶化は、縦成長と同様に横成長の成長を停止させる作用を有している。従って、加熱温度を600℃以上とする場合は、加熱時間を短くすることが好ましい。

【0161】いずれにしても、横成長距離は200μ程度得られる。従って、ニッケル元素の添加領域を細長いもの（例えば図1の101で示されるような領域）とすることで、長さが任意で幅が200μmの細長い横成長領域を得ることができる。

【0162】この横成長領域は、一様な結晶成長状態を有している。例えば、X線回折による計測では、各結晶方位の信号強度比が概略同じものが得られる。このような状態は、この領域内であれば、特性のそろったデバイスを形成できることを意味し、非常に好ましいものといえる。

【0163】〔実施例7〕本実施例は、横成長の長さを 40 選択的に異ならせる構成に関する。前述の表1から分かるようにニッケルの添加する領域の幅によって、その横成長の距離が異なる。この事実を利用し、ここでは、異なる横成長量（横成長の長さ）を得る。

【0164】例えば、細長いスリット状を有する添加領域の幅を変化させることで、この添加領域から成長する横成長領域の成長距離を制御することができる。

【0165】〔実施例8〕本実施例は、アクティブマトリクス型の構成において、各画素に配置される薄膜トランジスタを横成長領域で形成する場合の例を示す。アク 50

ニッケル元素の添加パターンを形成する。このパターンの幅は20μmとし、細長いスリット状の開口を形成する。

【0157】そしてUVオゾン酸化により、極薄い酸化膜を露呈した非晶質珪素膜の表面に形成する。そして窒素雰囲気中において加熱処理を行なう。この加熱処理の結果、ニッケル元素が添加された領域から基板に平行な方向に結晶成長（横成長）が起こる。こうして得られた結果を下記表2に示す。

【0158】

【表2】

ティマトリクス型の液晶表示装置やEL表示装置において、画素ピッチが50μm以下といふように狭くなった場合、隣接した横成長領域同士がぶつかり合い、互いの結晶成長を阻害したり、場合によっては、薄膜トランジスタの形成部に結晶粒界が形成されてしまうようなことが生じる。

【0166】この状態を回避し、各画素の所定の領域に横成長領域をそれぞれ形成するために、ここでは前述した縦成長領域を利用した横成長ストッパーを利用する。

【0167】即ち、所定の領域のみにおいて横成長領域が形成されるように、5μm以下（例えば3μm）のスリット状に縦成長領域を形成するのである。このようにすることにより、所定の領域において、横成長領域を形成することができ、前述した不良の発生を抑制することができる。即ち、横成長領域を制御して形成することができる。

【0168】〔実施例9〕本実施例は、プロセスマージンを高めるために加熱処理によって得た結晶性珪素膜に対して、さらにレーザー光の照射を行なう構成に関する。

【0169】本明細書に開示する発明を用いて加熱により結晶性珪素膜を得た場合、少なからず、膜質にばらつきが存在する。

【0170】本実施例においては、このバラツキを是正するためにレーザー光の照射によるアニールを重ねて行なう。レーザー光は紫外領域の波長を有するエキシマレーザーを用いることが望ましい。

【0171】本実施例に示すようにレーザー光の照射を併用することで、得られる結晶性珪素膜の膜質を均一なものとすることができる。また、レーザー光の照射ではなく、赤外光や紫外光の強光を照射し、光アニールを行

なうのでもよい。

【0172】〔実施例10〕本実施例は、横成長領域を利用して得られた薄膜トランジスタと縦成長領域を利用して得られた薄膜トランジスタとの特性を比較した例を示す。

【0173】下記表3に得られたNチャネル型の薄膜トランジスタからランダムに選別した18試料の移動度の値を示す。

【0174】

【表3】

A	B
75.3	95.5
75.4	100.1
70.2	108.3
80.7	102.0
81.8	106.4
90.3	106.0
89.6	104.7
84.0	95.6
90.5	106.2
91.4	104.0
92.3	103.2
90.1	103.6
92.4	104.2
94.8	101.6
95.2	104.5
95.8	101.6
101.8	98.5
100.5	100.7

単位 cm^2/Vs

【0175】表3を見れば明らかなように、Aで示される縦成長を用いた薄膜トランジスタでは、移動度が75～101 cm^2/Vs の範囲内ではらついている。しかし、Bで示される横成長を用いた薄膜トランジスタでは、その値そのものが高く、さらに非常にバラツキが小さい。

【0176】即ち、横成長を利用した場合は、デバイス自体の特性も高く、またその特性のバラツキも小さくできる。

【0177】なお、上記のデータを得た結晶性珪素膜は、珪素の結晶化を助長する金属元素として、ニッケルを用い、600℃、4時間の加熱処理によって結晶化させ、さらに250 mJ/cm^2 の照射エネルギー密度をもってKrFエキシマレーザーを照射し得たものであ

る。

【0178】また、比較のため上記のプロセスと同一ロットでニッケルを利用しないサンプルを流した場合の例を示す。この場合、加熱処理では当然結晶化しない。しかし、レーザー光の照射によって結晶性珪素膜にすることができる。

【0179】このサンプルを用いて作製したNチャネル型の薄膜トランジスタは、移動度が10 cm^2/Vs 以下である。このような低移動度の薄膜トランジスタは、10 ニッケルを利用していないこともあり、液晶表示装置のアクティブマトリクス領域には最適なものとなる。

【0180】なお、比較のために640℃、48時間の加熱処理のみ（ニッケル利用せず）によって得た結晶性珪素膜を用いて、同様のNチャネル型の薄膜トランジスタを作製した。この場合、移動度が20～30 cm^2/Vs のものが得られた。このことから横成長を利用することの有意性が理解される。

【0181】まPチャネル型においても、3割程その値が小さくなるが、全体の傾向としては、表3に示すものと同様なものが得られた。20

【0182】〔実施例11〕本実施例は、Nチャネル型の薄膜トランジスタとPチャネル型の薄膜トランジスタを同時に作製する場合の例を示す。この構成は、CMOS回路を構成する場合に利用することができる。

【0183】まず下地膜602が形成されたガラス基板601上に横成長でなる結晶性を有した活性層603と604を形成する。この2つの活性層を形成する工程は、図3に示す工程、または図5に示す工程に従えばよい。

【0184】そして図4(A)～(C)に示す工程に従って、図6(B)に示すような状態を得る。ここで、左側の薄膜トランジスタがNチャネル型、右側の薄膜トランジスタがPチャネル型になる。30

【0185】図6(B)に示す状態は、N型の高濃度不純物領域605と608、さらに609と612、N型の低濃度不純物領域607と611、チャネル形成領域となる606と610の領域が形成された状態である。

【0186】この状態で、レジストマスク613を形成し、今度はBイオンの注入を行う。すると、614と615の領域の導電型が反転し、P型となる。こうして、Pチャネル型の薄膜トランジスタのソース領域615とドレイン領域614を得る。

【0187】そしてレジストマスクを除去し、レーザー光の照射を行うことにより、不純物イオンが注入された領域のアニールを行う。

【0188】次に層間絶縁膜616を形成し、コンタクトホールを形成を行う。そしてソース電極617と620を形成する。また、ドレイン電極618と919を形成する。ここで、ドレイン電極618と619を接続すれば、CMOS構造が得られる。50

【0189】こうして、左側のNチャネル型の薄膜トランジスタと右側のNチャネル型の薄膜トランジスタとを同時に形成することができる。

【0190】図6に示すような構成は、Nチャネル型のみにLDD領域を配置し、Nチャネル型とPチャネル型との特性のアンバランスを是正することができる。

【0191】〔実施例12〕本実施例は、図1で示すような同一の結晶成長形態を有した領域を用いて、所定の機能を有する回路を構成する例である。

【0192】ここでは示すのは、デコーダー回路の一部 10 である。図6に実際の回路パターンを示す。また図7に電気的な回路ブロック図を示す。

【0193】図6及び図7において、601と603がニッケルが添加されて、そこから横成長が行われる領域である。即ち、図1における101や102の領域に相当する領域である。

【0194】602がその幅を5 μ m以下とし、横成長を停止させる成長ストッパーとして機能する領域である。

【0195】図6及び図7から分かるように、601から横成長した同一の結晶成長形態を有する領域を用いて、2つのNAND回路が形成されている。また、603から結晶成長した同一の結晶成長形態を有する領域を用いて、1つのNOR回路が形成されている。

【0196】この構成において、二つの横成長領域は、602で示される領域で遮断され、互いに影響を与えないものとなっている。

【0197】こうすることにより、個々の回路の特性を高くし、また全体の信頼性を高いものとすることができる。

【0198】

【発明の効果】本明細書で開示する発明を利用することで、横成長領域を高い制御性でもって得ることができ

る。

【0199】例えば、横成長領域の成長幅を制御することができる。また、微細化が要求される構成に珪素の結晶化を助長する金属元素を利用した結晶成長技術を利用しやすくなることができる。

【0200】また、非晶質珪素膜の所定の領域から横成長を行なわせる構成において、縦成長領域を横成長のストッパーとして利用することにより、同一の結晶成長形態を有した横成長領域を利用して所定の機能を有した回路を構成することができる。

【0201】この領域内では、形成されるデバイスの特性をそろったものとするので、形成される回路の特性や信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 結晶性珪素膜の結晶成長の状態を示す図。

【図2】 結晶性珪素膜の結晶成長の状態と薄膜トランジスタの活性層の位置取りを示した図。

【図3】 薄膜トランジスタの作製工程を示した図。

【図4】 薄膜トランジスタの作製工程を示した図。

【図5】 薄膜トランジスタの作製工程を示した図。

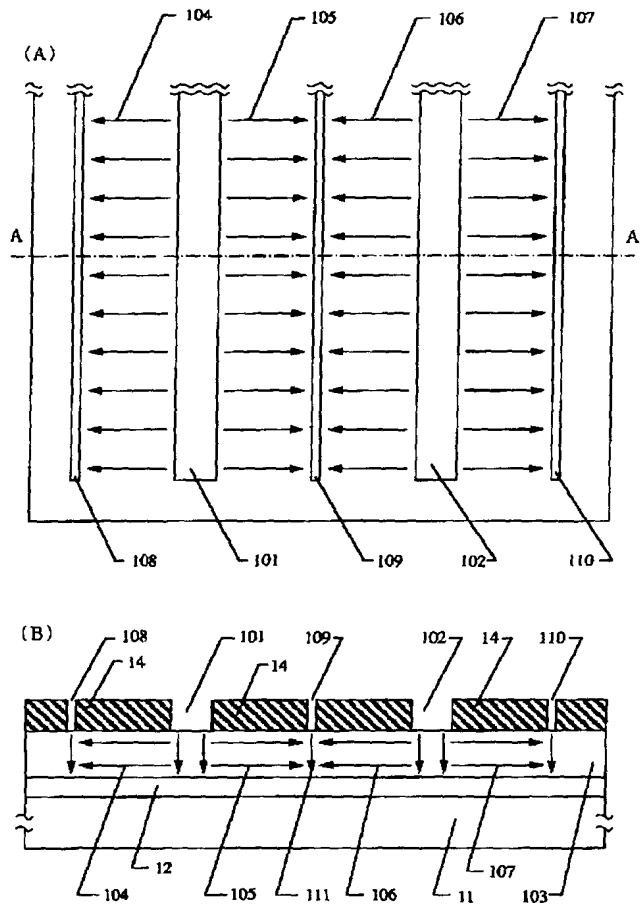
【図6】 回路パターンを示す図。

【図7】 図6の回路ブロック図。

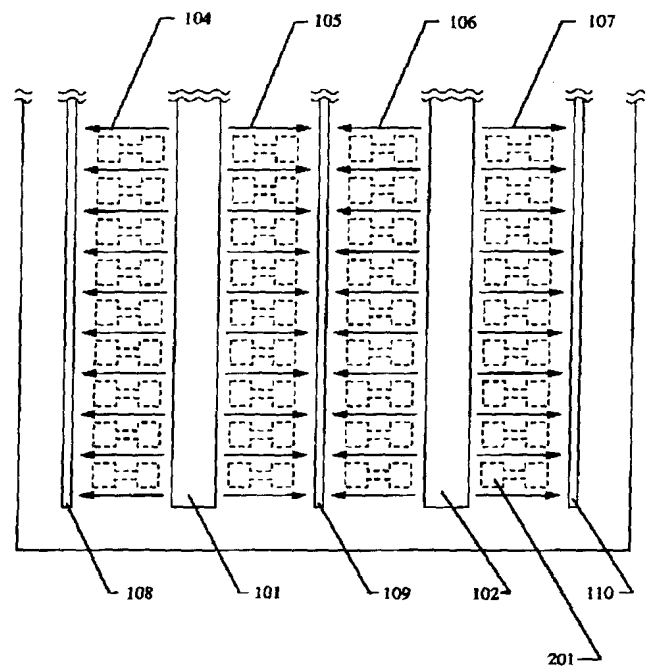
【符号の説明】

101、102	ニッケルが添加され横成長の元となる領域
103	非晶質珪素膜
104、105	横成長の方向
106、107	横成長の方向
108、109、110	横成長のストッパーとして機能する領域
111	縦成長の方向
201	活性層

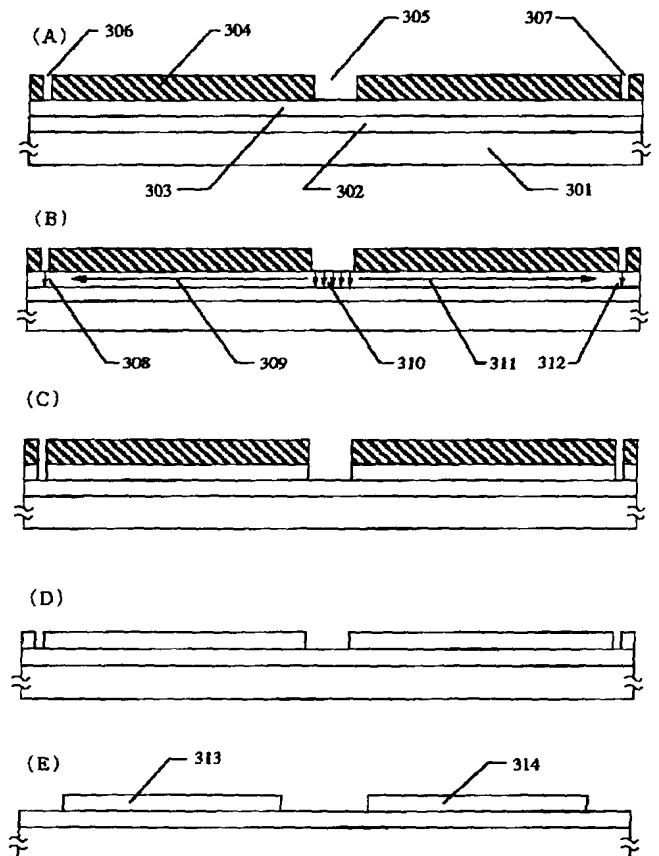
【図 1】



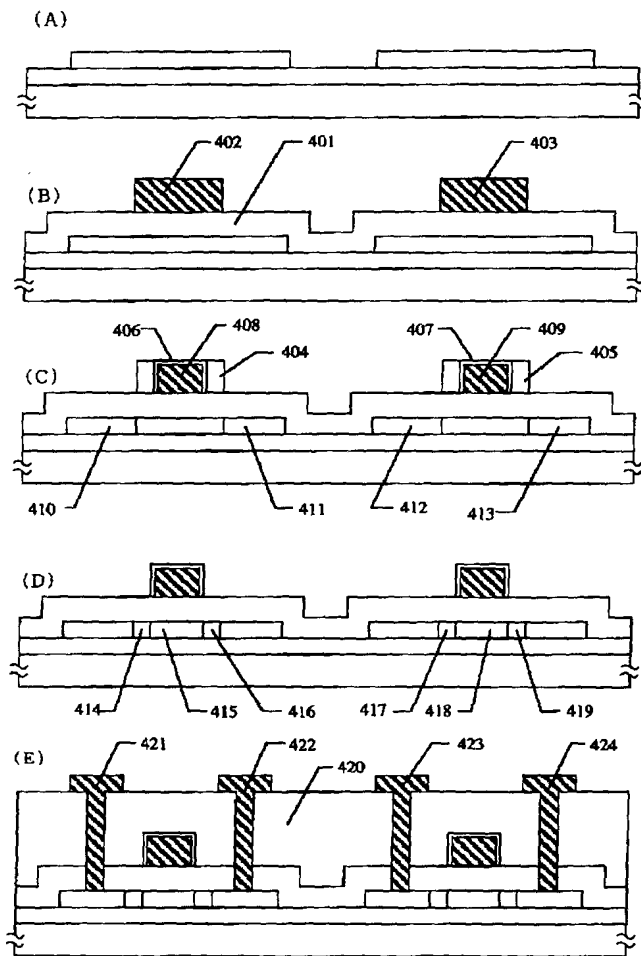
【図 2】



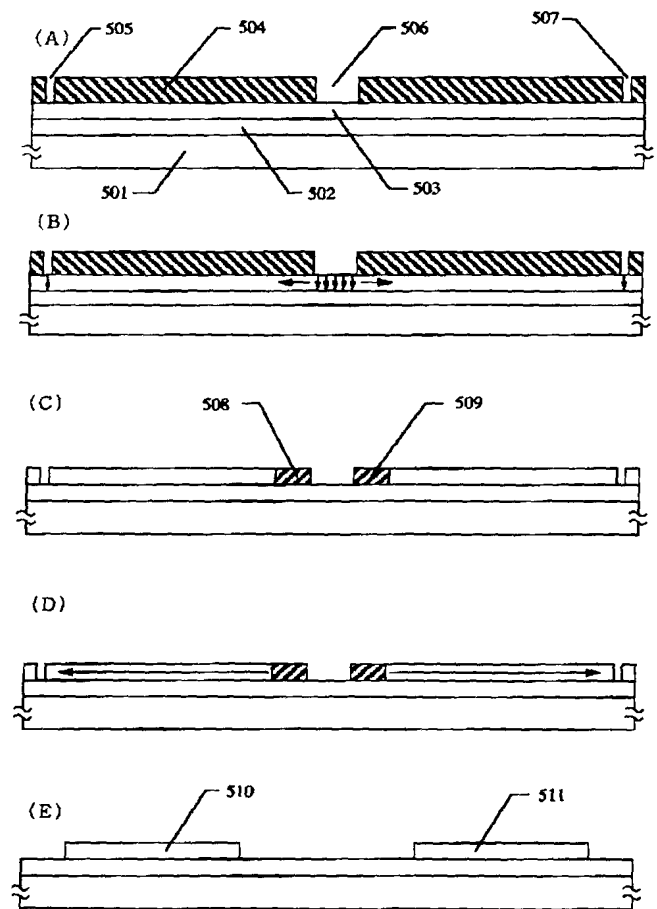
【図 3】



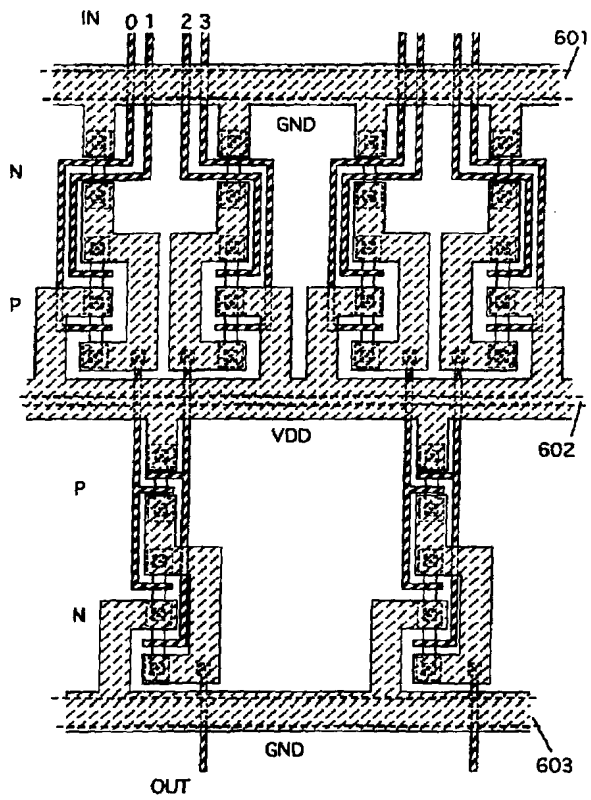
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

